

Si risolvano entrambi gli esercizi ciascuno dei quali ha una valutazione massima di 18 per un totale di 36 punti. Il voto tra 33 e 36 viene considerato 30 e lode, tra 30 e 32 viene considerato 30.

Esercizio 1: *Modello di elettroni liberi*

Prima parte

Il sodio (Na) in condizioni normali di temperatura e pressione é un metallo con struttura BCC, densità di circa 0.9 g cm^{-3} , numero di massa 23 e energia di Fermi E_F di circa 3 eV.

1. Calcolate la temperatura di Fermi T_F .
2. Calcolate la velocità di Fermi v_F e l'energia cinetica media allo zero assoluto.
3. Quale sarebbe la variazione dell'energia cinetica media a temperatura ambiente?
4. Se trattaste il gas di elettroni come un gas classico, quale energia cinetica media otterreste allo zero assoluto? E a temperatura ambiente?
5. A partire dall'energia di Fermi data, calcolate la densità n di elettroni liberi presenti nel metallo.
6. Calcolate la densità numerica degli atomi di sodio presenti nel metallo e quindi il numero medio di elettroni liberi per atomo. E' come vi aspettavate? Commentate.

Seconda parte

1. Si derivi l'espressione della densità di stati elettronici nel caso di elettroni liberi in 2 dimensioni.
2. Considerando la densità di elettroni n come parametro, studiare l'andamento del livello di Fermi con la temperatura nel caso precedente.
3. Discutere in particolare i limiti per alte e basse temperature.
4. Si derivi l'espressione della densità di stati elettronici nel caso di elettroni liberi in 4 dimensioni.

Esercizio 1: *Diffrazione di neutroni dal Cloruro di Cesio*

Si consideri il cloruro di cesio e si denoti con α e β il fattore di forma atomico del cloro e del cesio rispettivamente. Nel seguito si trascurerà la dipendenza di α e β dal vettore d'onda trasferito. Evidentemente la struttura in questione è un Bravais con base.

1. Si specifichi qual è il Bravais e quale la base.
2. Si dia l'espressione dell'ampiezza diffratta al rivelatore.
3. Si scriva l'espressione dell'intensità diffratta al rivelatore come $I(\mathbf{k}) = NS(\mathbf{k})F^2(\mathbf{k})$ con $S(\mathbf{k}) = \sum_{\mathbf{R}} \exp(i\mathbf{k} \cdot \mathbf{R})$. Si dia l'espressione esplicita di $F(\mathbf{k})$.
Chiameremo $F(\mathbf{k})$ fattore di forma della base e $S(\mathbf{k})$ fattore di struttura. Perché $I(\mathbf{k})$ non sia nulla è necessario che \mathbf{k} coincida con un vettore di reticolo reciproco \mathbf{G} del Bravais.
4. Si calcoli esplicitamente $F(\mathbf{k})$ per $\alpha = \beta$. Si dia la condizione aggiuntiva che deve essere soddisfatta da \mathbf{k} perché $I(\mathbf{k})$ non sia nulla e si dica quale reticolo formano i \mathbf{k} che danno intensità non nulla.
5. Come sopra quando $\alpha = -\beta$
6. Che relazione c'è tra i due reticoli trovati ai due punti precedenti?

NOTA BENE:

- Si diano tutti i passaggi necessari a capire in dettaglio il procedimento di soluzione. Risposte con il solo risultato o dettagli insufficienti non saranno considerate;
- se richieste, si diano le valutazioni (numeriche) con 3 cifre significative, né più né meno.